

O ictioplâncton e sua relação com a variação diária e os ciclos de marés no estuário amazônico

Diego Maia Zacardi¹, Suzana Carla da Silva Bittencourt², Luiza Nakayama³

1. Engenheiro de Pesca (Universidade Federal Rural da Amazônia). Doutor em Ecologia Aquática e Aquicultura (Universidade Federal do Pará). Professor da Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil.

2. Bióloga e Doutora em Ecologia Aquática e Aquicultura (Universidade Federal do Pará). Pesquisadora do Laboratório de Biologia de Organismos Aquáticos, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Brasil.

3. Bióloga (Universidade de São Paulo). Doutora em Genética e Biologia Molecular (Universidade Federal do Pará). Professora da Universidade Federal do Pará, Brasil.

*Autor para correspondência: dmzacardi@hotmail.com

RESUMO. Este trabalho teve como objetivo ampliar os conhecimentos básicos sobre a comunidade ictioplânctônica e sua relação com as tendências de variação diária e entre marés, do complexo estuarino do Rio Amazonas – PA. As coletas foram realizadas durante o período diurno e noturno, no segundo semestre de 2007, sob ponto fixo na subárea 1 (estuário do Rio Paracauari) e na subárea 2 (Baía do Guajará) nas marés de sizígia e quadratura, em arrastos horizontais com rede de plâncton cônico-cilíndrica (malha 300µm). Os fatores hidrológicos foram obtidos *in situ*. A temperatura da água, pH e oxigênio dissolvido não foram significativos entre períodos e nem entre ciclos de maré. A salinidade apresentou variação horizontal com aumento gradativo em direção à foz. As maiores densidades de ovos foram registradas no período diurno (163,29 ovos/100m³) na subárea 1 e noturno (19,70 ovos/100m³) na subárea 2. As larvas foram classificadas em 21 taxa representados por 13 famílias e 17 espécies, com elevada participação relativa dos Clupeiformes (76,75%). As duas subáreas apresentaram maior abundância de larvas em pré-flexão. Apenas *M. furnieri* apresentou maior abundância nas amostras diurnas. A densidade de larvas e o número de taxa diferem entre o período diurno e noturno e entre os ciclos de marés. Elevadas densidades de larvas e número de taxa foram registrados durante a noite, evidenciando uma possível migração nictemeral do ictioplâncton. Desta forma, amostragens realizadas apenas durante um período do dia, podem subestimar os parâmetros biológicos da comunidade ictioplânctônica no complexo estuarino do Rio Amazonas, PA.

Palavras-chave: Larvas de peixes, migração vertical, amplitude de maré, estuário amazônico.

Ichthyoplankton community in Amazon estuary with respect diel variation and tidal cycles

ABSTRACT. This study were objective to expand basic knowledge about ichthyoplanktonic community and its relationship with the tendency of diel variation and tidal cycles, Amazon River estuary complex-PA. The material was collected during diurnal and nocturnal periods, in the second semester of 2007, under the subarea 1 (estuary of Paracauari river) and subarea 2 (Guajara bay) in the tide spring and neap, in horizontal trawls cylindrical-conical plankton 300µm mesh. Hydrologic factors were obtained *in situ*. The water temperature, pH and dissolved oxygen were not significant between periods or between tidal cycles. Salinity had horizontal variation with gradual increase toward the outfall. The highest densities of eggs were recorded during the daytime in subarea 1 (163.29 eggs/100m³) and nightly (19.70 eggs/100m³). Larvae were classified in 21 taxa representing 13 families and 17 species, with relative high participation of Clupeiformes (76.75%). The two subareas showed higher abundance of larvae in pre-flexion. Only *M. furnieri* showed significantly higher abundances in diurnal samples. The density of larvae and the number of taxa differ between day and night, and between tidal cycles. High densities and the number of larvae rate were recorded during the night, indicating a possible nyctemeral migration of the ichthyoplankton. Thus, samples taken only for a period of the day underestimate the biological parameters of ichthyoplanktonic community in estuary of the Amazon, PA.

Keywords: Larval fish; vertical migration; tidal range; amazon estuary.

1. Introdução

Os ecossistemas estuarinos apresentam grande variabilidade espacial e temporal das propriedades físicas e químicas da água (BARLETTA et al., 2005; BARLETTA et al., 2008), determinadas pela flutuação dos ciclos de marés (LACERDA et al., 2004; LIMA et al., 2014), pela descarga de água doce proveniente da chuva ou do fluxo dos rios (BARLETTA; BARLETTA-BERGAN, 2009), aos padrões de circulação de correntes, vento, temperatura, flutuações de salinidade e turbidez (KUPSCHUS; TREMAIN, 2001; BLABER, 2002; DAY et al., 2012; LACERDA et al., 2014).

Este conjunto de fatores dá origem a inúmeros processos hidrodinâmicos, que resultam em alta concentração de sólidos suspensos e atuam na retenção e na concentração de nutrientes, contribuindo para o aumento da produtividade, dentro dos estuários (SUZUKI et al., 2014; WATANABE et al., 2014) e exibem gradientes ambientais que favorecem o recrutamento de peixes de interesse econômico (MANN; LAZIER, 1996; BARLETTA; BARLETTA-BERGAN, 2009; ZACARDI, 2015), permitindo rápido crescimento e baixa taxa de mortalidade (SCHUTZ et al., 2000; COSER et al., 2007), impondo padrões diários e

sazonais de distribuição, ocorrência e composição de espécies influenciando na dinâmica das populações (BLABER, 2000).

Na região Norte do Brasil costuma-se observar uma sucessão sazonal de espécies ictioplânctônicas devido à influência do regime de marés, a qual é responsável pelo influxo de água marinha nos estuários locais, introduzindo espécies marinhas durante os períodos de maré enchente e exportando organismos estuarinos para os ambientes costeiros adjacentes durante os períodos de maré vazante (BARLETTA-BERGAN et al., 2002a, b; BARLETTA; BARLETTA-BERGAN, 2009; ZACARDI, 2015).

Diversos estudos de composição, abundância e distribuição do ictioplâncton estuarino foram realizados ao longo dos anos, na região Norte brasileira (BARLETTA-BERGAN et al., 2002 a, b; SARPEDONTI et al., 2008; COSTA et al., 2011; SILVA et al., 2011a; SILVA et al., 2011b; MANGAS et al., 2013; SARPEDONTI et al., 2013; ZACARDI et al., 2014 e ZACARDI, 2015). No entanto, ainda é possível verificar carência de informações e grande lacuna no conhecimento a respeito da dinâmica ictioplânctônica.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo descrever a estrutura da comunidade ictioplanctônica em relação as tendências de variação entre o período diurno e noturno e os ciclos de marés, ampliando as informações sobre as fases iniciais do ciclo de vida dos peixes ao longo do complexo estuarino do Rio Amazonas.

2. Material e Métodos

Área de estudo

O complexo estuarino amazônico é banhado pela Baía do Marajó que possui influência do Rio Amazonas e foz do Rio Tocantins, formadores do Rio Pará. As condições hidrográficas são caracterizadas pelos ventos alísios que predominam na região durante praticamente o ano todo e pela presença de macromarés (com amplitudes que variam de 4 a 8 metros), possuindo descarga de água doce e sedimentos de origem continental (CASTRO; MIRANDA, 1998). O clima é tropical quente e úmido, com temperaturas médias mensais sempre superiores a 22°C e precipitação média anual variando de 2500 a 3000 mm (DIEGUES, 1992; MORAES et al., 2005).

A área de estudo foi dividida em duas subáreas: o estuário do Rio Paracauari (subárea 1), situado entre as cidades de Salvaterra e Soure na ilha do Marajó, litoral norte do estado do Pará a 80 km da capital Belém, estação de coleta delimitada pelas coordenadas: 0°44'50,78"S - 48°30'02,24"W. A Baía do Guajará (subárea 2) formada pela confluências dos rios Guamá e Pará prolongando-se até próximo à ilha de Mosqueiro, onde se limita com a Baía do Marajó, que deságua no Oceano Atlântico, estação de coleta delimitada pelas coordenadas: 1°22'24,38"S - 48°29'35,3"W (Figura 1).

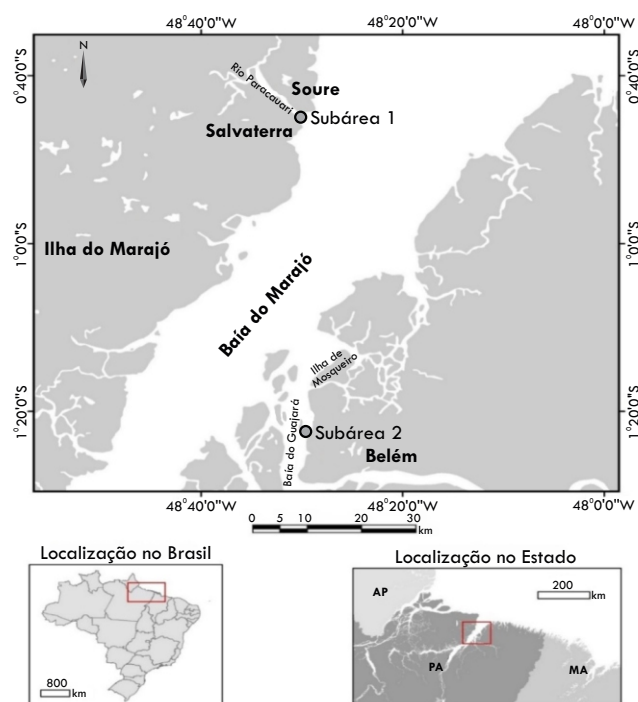


Figura 1. Localização da área de estudo, destacando o complexo estuarino do Rio Amazonas e as subáreas de coleta: estuário do Rio Paracauari (subárea 1) e Baía do Guajará (subárea 2), no litoral do estado do Pará, Brasil. / **Figure 1.** Location of the study area, highlighting the estuarine complex of the Amazon River and subareas collection: estuary of the River Paracauari (Subarea 1) and Guajará Bay (Subarea 2), in Para state coast, Brazil.

Coleta e análise de material biológico

As amostras foram obtidas em ciclos de amostragem nictemeral (intervalo de 3 em 3 horas) sob ponto fixo em cada subárea durante as marés de sizígia e quadratura (totalizando quatro ciclos de 24h – 32 amostras), durante o ano de 2007, por meio de arrastos horizontais, na subsuperfície da coluna d'água, utilizando rede de plâncton cônico-cilíndrica com malha de 300µm, dimensões de 60 cm de abertura de boca e 2 m de comprimento total, equipada com fluxômetro mecânico (General oceanics) para medir a quantidade de água filtrada.

Foram registrados *in loco* os parâmetros abióticos de temperatura, salinidade, potencial hidrogeniônico e oxigênio dissolvido, em coletas de água realizadas com uma garrafa de Van Dorn na superfície da coluna d'água (0-1 m). Posteriormente a salinidade foi mensurada com refratômetro portátil IPS-10T Impac e as outras variáveis com medidor multiparâmetro portátil digital Hanna HI-9828. O material biológico foi imediatamente acondicionado em recipientes etiquetados, contendo solução de formalina a 10%.

No laboratório, o ictioplâncton foi triado sob microscópio estereoscópico trinocular (TNE-10TN) Opton. Os ovos foram apenas contabilizados, e as larvas quantificadas e identificadas ao menor nível taxonômico possível de acordo com bibliografias especializadas. Dentre os caracteres utilizados na identificação, foram considerados: o padrão de pigmentação do corpo, estruturas ornamentais (quando existentes), a forma do corpo, sequência de formação das nadadeiras, a posição relativa da abertura anal em relação ao corpo, formato do trato digestivo e da bexiga natatória, número de miômeros, de raios e espinhos das nadadeiras. As larvas consideradas não identificadas corresponderam a indivíduos com estruturas danificadas e/ou estágio muito inicial de desenvolvimento.

O desenvolvimento larval foi dividido em quatro estágios: larval vitelino, pré-flexão, flexão e pós-flexão, baseando-se no grau de flexão da seção terminal da notocorda, durante o desenvolvimento da nadadeira caudal, assim como proposto por Moser et al. (1984). As larvas identificadas foram armazenadas em frascos de vidro devidamente etiquetados contendo formalina a 4% e encontram-se na coleção de ovos e larvas de peixes do Laboratório de Biologia de Organismos Aquáticos na Universidade Federal do Pará.

Análise e padronização dos dados

Para a análise da variação temporal, a abundância de ovos e larvas foi padronizada para um volume de 100m³ de água filtrada. A densidade média (D) foi obtida por meio da equação: $D = d/N$. Em que: d = densidade de organismos coletados; N = número de amostragens realizadas.

Foram realizados cálculos de frequência de ocorrência para os taxa encontrados nas duas subáreas amostradas, segundo a escala: > 70% muito frequente; 70-40% frequente; 40-10% pouco frequente; < 10% esporádico.

Ressalta-se que os espécimes esporádicos, devido à baixa frequência, não foram levados em consideração para a elaboração dos gráficos. As espécies dominantes foram aquelas com abundância relativa total superior a 2%, além de frequência de ocorrência acima de 70%.

Para o estudo de variação da abundância diária das larvas, os diferentes horários foram agrupados em função do período diurno e noturno. Portanto, consideraram-se os horários entre as 6 e 17 horas como período diurno, e os horários entre 18 e 5 horas como período noturno.

Para identificar a existência de variabilidade dos dados abióticos e bióticos entre as capturas realizadas durante o dia e a noite e os ciclos de marés (quadratura e sizígia), foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido do teste de comparações múltiplas de Dunn ($P < 0,05$). Os testes citados foram realizados através do programa Bioestat 5.0 (AYRES et al., 2007).

3. Resultados

Os valores de salinidade apresentaram diferença significativa entre o ciclo de marés ($P=0,03$) e obtiveram média de 9,3 na região de estudo. Foi evidenciado um gradiente espacial com aumento gradativo em direção à foz, onde os valores máximos (12) foram registrados na subárea 1 e mínimo (0) na subárea 2. Os demais

parâmetros como temperatura superficial da coluna d'água, potencial hidrogeniônico e oxigênio dissolvido não apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) entre os períodos diurno/noturno e nem quanto ao ciclo de marés, registrando valores médios de 28,5°C, 7,1 e 77% respectivamente.

No estuário do Rio Paracauari e Baía do Guajará, a profundidade variou entre 4 e 28 m, com menor valor registrado na maré de quadratura (subárea 2) e os maiores no período de maré de sizígia (subárea 1). Com base nas tábuas de marés, as amplitudes ficaram entre a mínima de 0,3 m e a máxima de 3,2 m de altura (quadratura), enquanto a de sizígia apresentou valor mínimo (0,1 m) e máximo (4,8 m). Essa região está sujeita a um regime de macromarés semi-diurnas, com variações em torno de 4m na foz do Rio Pará.

Durante o período de amostragem foi coletado um total de 122 ovos e 11.317 larvas de peixes. Os elevados valores de abundância relativa de larvas encontradas, 95% na subárea 1 e 98% na subárea 2, foram muito superiores aos de ovos. Os 11.110 organismos identificados foram distribuídos em 21 taxa, pertencentes a 7 Ordens, 13 Famílias e 17 Espécies (Tabela 1). Os 207 exemplares não identificados corresponderam a 1,83% do total das larvas capturadas.

Tabela 1. Classificação taxonômica das larvas de peixes, por Ordem, Família e Espécie, identificadas no complexo estuarino do Rio Amazonas, Pará, Brasil. / **Table 1.** Taxonomic Classification of fish larvae, by Order, Family and Species, identified in the estuarine complex of the Amazon River, Pará, Brazil.

Táxons	Nº	Ar	D
Beloniformes			
Belontiidae			
<i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)	4	0,04	0,24
Hemiramphidae			
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)	1	0,01	0,05
Clupeiformes			
Clupeidae			
<i>Rhinostomus amazonica</i> (Steindachner, 1879)	2235	19,75	288,60
Engraulidae	1159	10,24	143,73
<i>Anchovia clupeoides</i> (Swainson, 1839)	23	0,20	2,19
<i>Anchoviella brevirostris</i> (Günther, 1868)	9	0,08	0,45
<i>Anchoviella lepidentostole</i> (Fowler, 1911)	5	0,04	0,62
Pristigasteridae			
<i>Pellona flavipinnis</i> (Valenciennes, 1836)	5239	46,29	329,20
Elopiformes			
Elopidae			
<i>Elops</i> sp.	3	0,03	0,23
Perciformes			
Blenniidae			
<i>Hypsoblennius</i> sp.	66	0,58	7,31
Carangidae			
<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch and Schneider, 1801)	374	3,30	42,92
Gobiidae			
<i>Gobiosoma</i> sp.	243	2,15	33,44
Sciaenidae			
<i>Cynoscion leiarchus</i> (Cuvier, 1830)	1	0,01	0,03
<i>Cynoscion microlepidotus</i> (Cuvier, 1830)	1	0,01	0,05
<i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest, 1823)	51	0,45	4,33
<i>Stellifer rastrifer</i> (Jordan, 1889)	212	1,87	32,62
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	854	7,55	70,06
Pleuronectiformes			
Achiridae			
<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	587	5,19	104,40
Siluriformes			
Pimelodidae			
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i> (Lichtenstein, 1819)	2	0,02	0,10
Tetraodontiformes			
Tetraodontidae			
<i>Colomesus psittacus</i> (Bloch and Schneider, 1801)	15	0,13	2,42
<i>Colomesus asellus</i> (Müller and Troschel, 1849)	9	0,08	0,48
Não identificadas	207	1,83	14,45
Total de larvas	11317		
Total de ovos	122		

*Larvas identificadas até família; **larvas identificadas em estágio final de flexão e pós- flexão; Nº = número total de indivíduos, Ar = abundância relativa e D = densidade média de organismos por 100m³.

Larvas de *S. timucu*, *H. unifasciatus*, *A. brevirostris*, *A. lepidentostole*, *Elops* sp., *C. leiarchus*, *C. microlepdotus*, *B. filamentosum* e *C. asellus* foram encontradas em menor número e representadas com menos de 10 exemplares para cada taxa. O registro de algumas espécies comercialmente importantes como *P. squamosissimus* (pescada branca), *M. furnieri* (pescada curuca), *O. saurus* (pratiuira), *P. flavipinnis* (sarda) e *B. filamentosum* (filhote), entre outros considerados relevantes para a cadeia trófica, como: Engraulidae (manjuba), Clupeidae (sardinhas) e Gobiidae (amurés) caracterizam este estuário como local de berçário para inúmeras espécies de peixes de interesse econômico e ecológico para a região.

Os taxa dominantes, em ordem decrescente, foram representados por *P. flavipinnis* com quase 50% das larvas coletadas, seguido por *R. amazonica*, Engraulidae, *P. squamosissimus*, *A. lineatus*, *O. saurus* e *Gobiosoma* sp. Os taxa *H. unifasciatus*, *A. brevirostris*, *A. lepdentostole*, *Elops* sp., *Hypsoblennius* sp., *C. leiarchus*, *C. microlepdotus*, *M. furnieri*, *S. rastrifer* e *C. psittacus* foram registrados apenas

na parte mais externa do estuário (subárea 1 - maior influência marinha), sugerindo maior preferência dessas espécies pelos ambientes costeiros.

Os espécimes de *P. flavipinnis*, *P. squamosissimus*, *C. asellus*, *B. filamentosum* e *S. timucu* foram capturados somente na região mais interna do estuário (subárea 2 – baixa salinidade). As espécies *R. amazonica*, *A. clupeoides*, *O. saurus*, *Gobiosoma* sp. e *A. lineatus* apresentaram maior distribuição, ocorrendo nas duas subáreas analisadas.

Com relação à frequência de ocorrência dos taxa identificados na subárea 1, destacaram-se como dominantes e “muito frequentes”, *R. amazonica*, *O. saurus*, *A. lineatus*, Engraulidae, *Gobiosoma* sp., *S. rastrifer* e *Hypsoblennius* sp., as espécies *H. unifasciatus* e *Elops* sp. ocorreram com frequência igual a 6,25% e foram consideradas “esporádicas”. Na subárea 2, a maioria dos táxons foi considerada frequente e pouco frequente (*A. lineatus*, *C. asellus*, Engraulidae, *R. amazonica*, *O. saurus*, *S. timucu*, *Gobiosoma* sp. e *A. clupeoides*) e destacaram-se como dominantes e “muito frequentes” as larvas de *P. flavipinnis* e *P. squamosissimus* (Figura 2).

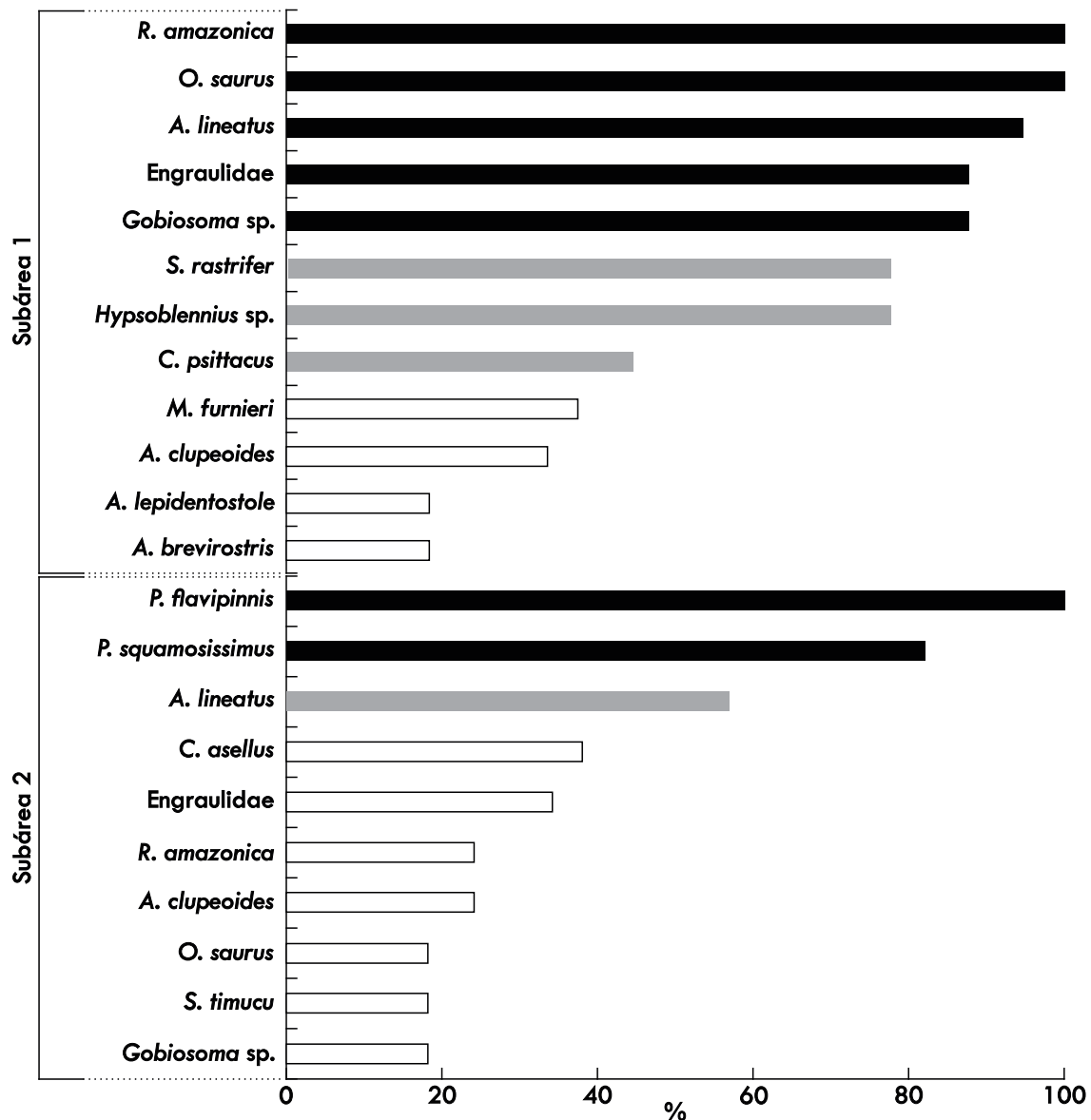


Figura 2. Frequência de ocorrência (%) das larvas de peixes capturadas no complexo estuarino do Rio Amazonas, Pará, Brasil. / **Figure 2.** Frequency of occurrence (%) of fish larvae captured in estuarine complex of the Amazon River, Pará, Brazil.

Com relação a ocorrência dos estágios larvais, foi registrado a predominância de larvas em estágio pré-flexão, com abundâncias relativas superiores a 80%, em ambas as áreas. O estágio larval vitelino e pós-flexão foram menos representativos na subárea 1 e subárea 2 (Figura 3).

As amostras apresentaram variação na abundância de ovos para as duas áreas de coletas, diminuindo em direção à estação mais interna, estando à subárea 1 com 86,89% dos ovos coletados em relação a 13,11% encontrados na subárea 2. As maiores densidades de ovos foram observadas na maré de sizígia (final da enchente e vazante), nas duas subáreas de coleta (Tabela 2 e 3).

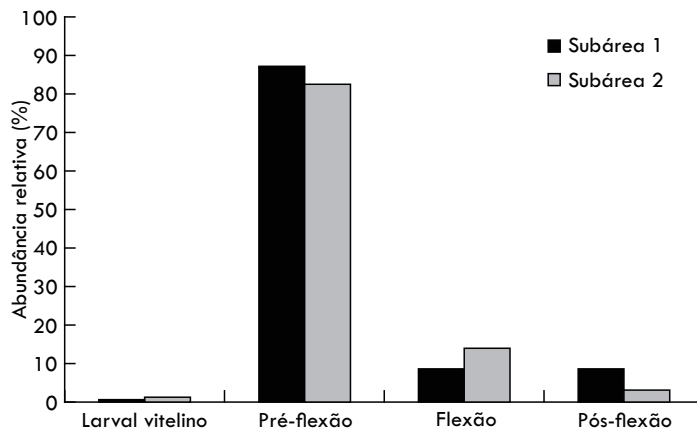


Figura 3. Abundância relativa dos estágios de desenvolvimento larval, capturados no complexo estuarino do Rio Amazonas, Pará, Brasil. / **Figure 3.** Relative abundance of larval stages of development, caught in the estuarine complex of the Amazon River, Pará, Brazil.

Tabela 2. Ocorrência e densidade média de ovos na subárea 1, nos períodos diurno e noturno e entre marés no complexo estuarino do Rio Amazonas, Pará, Brasil. / **Table 2.** Occurrence and average density of eggs in Subarea 1, day and night periods and intertidal estuarine complex in the Amazon River, Pará, Brazil.

SUBÁREA 1							
Sizígia				Quadratura			
Amostras	Horário	Densidade		Amostras	Horário	Densidade	
		(ovos.100 m ⁻³)	(%)			(ovos.100 m ⁻³)	(%)
1	09:30	10,76	50,45	9	09:30	-	-
2	12:30	4,90	22,95	10	12:30	-	-
3	15:30	3,91	18,33	11	15:30	0,54	100
4	18:30	0,36	1,67	12	18:30	-	-
5	21:30	-	-	13	21:30	-	-
6	00:30	0,79	3,73	14	00:30	-	-
7	03:30	0,31	1,45	15	03:30	-	-
8	06:30	0,30	1,42	16	06:30	-	-

Tabela 3. Ocorrência e densidade média de ovos na subárea 2, nos períodos diurno e noturno e entre marés no complexo estuarino do Rio Amazonas, Pará, Brasil. / **Table 3.** Occurrence and average density of eggs in Subarea 2, day and night periods and intertidal estuarine complex in the Amazon River, Pará, Brazil.

SUBÁREA 2							
Sizígia				Quadratura			
Amostras	Horário	Densidade		Amostras	Horário	Densidade	
		(ovos.100 m ⁻³)	(%)			(ovos.100 m ⁻³)	(%)
1	09:30	-	-	9	09:30	0,07	100
2	12:30	0,14	3,55	10	12:30	-	-
3	15:30	1,24	32,32	11	15:30	-	-
4	18:30	0,46	11,95	12	18:30	-	-
5	21:30	1,74	45,41	13	21:30	-	-
6	00:30	0,08	2,12	14	00:30	-	-
7	03:30	0,18	4,65	15	03:30	-	-
8	06:30	-	-	16	06:30	-	-

Os valores de densidade média de larvas de peixes apresentaram diferença significativa ($P = 0,01$) entre as amostras diurnas e noturnas, com os maiores valores registrados no período noturno (377,45 larvas/100m³), enquanto os menores ocorreram o período diurno (199,13 larvas/100m³), geralmente, entre as 12 e 16h, evidenciando o comportamento dinâmico de migração vertical do ictioplâncton (Figura 4). Entretanto, foi observada uma inversão na densidade larval em relação às marés e entre as subáreas de amostragem.

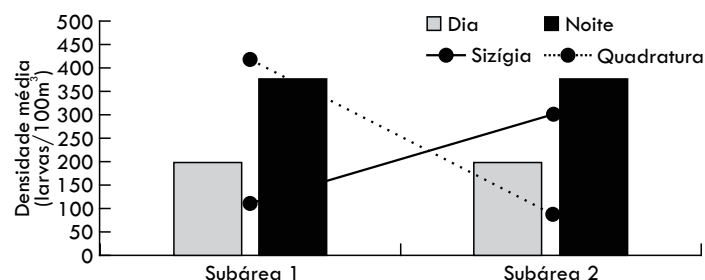


Figura 4. Densidade média de larvas capturadas no período diurno e noturno, e nas marés de sizígia e quadratura, no complexo estuarino do Rio Amazonas, Pará, Brasil. / **Figure 4.** Average density of larvae collected in daytime and nighttime, and the spring tides and squaring, the estuarine complex of the Amazon River, Pará, Brazil.

De um modo geral, os taxa *Engraulidae* e *A. lineatus* foram os mais abundantes no período noturno, com densidade média de 101,59 e 67,15 larvas/100m³, respectivamente. Neste mesmo período também foi registrada a presença de taxa esporádicos ou raros como *A. brevirostris*, *C. leiarchus* e *C. microlepdotus*, que não tiveram registro de captura nas amostras diurnas, assim como *H. unifasciatus* e *B. filamentosum*, que foram os únicos táxons encontrados somente no período diurno, contribuindo com a hipótese de existência de uma variação nictemeral destes organismos. As espécies *S. timucu*, *R. amazonica*, *A. clupeoides*, *P. flavipinnis*,

Hypsoblennius sp., *O. saurus*, *Gobiosoma* sp., *M. furnieri*, *S. rastrifer*, *P. squamosissimus*, *A. lineatus*, *C. psittacus* e *C. asellus* ocorreram durante os dois períodos analisados.

As larvas de *R. amazonica* foram dominantes em ambos os períodos, na subárea 1, e as larvas de *O. saurus* apresentaram maior densidade no período diurno, porém essas diferenças não foram significativas ($P > 0,05$). Para subárea 2, a espécie *P. flavipinnis* apresentou diferença significativa ($P = 0,01$) com altas densidades registradas nos dois períodos em relação aos demais taxa. Já *P. squamosissimus* apresentou sua maior densidade no período diurno (Figura 5).

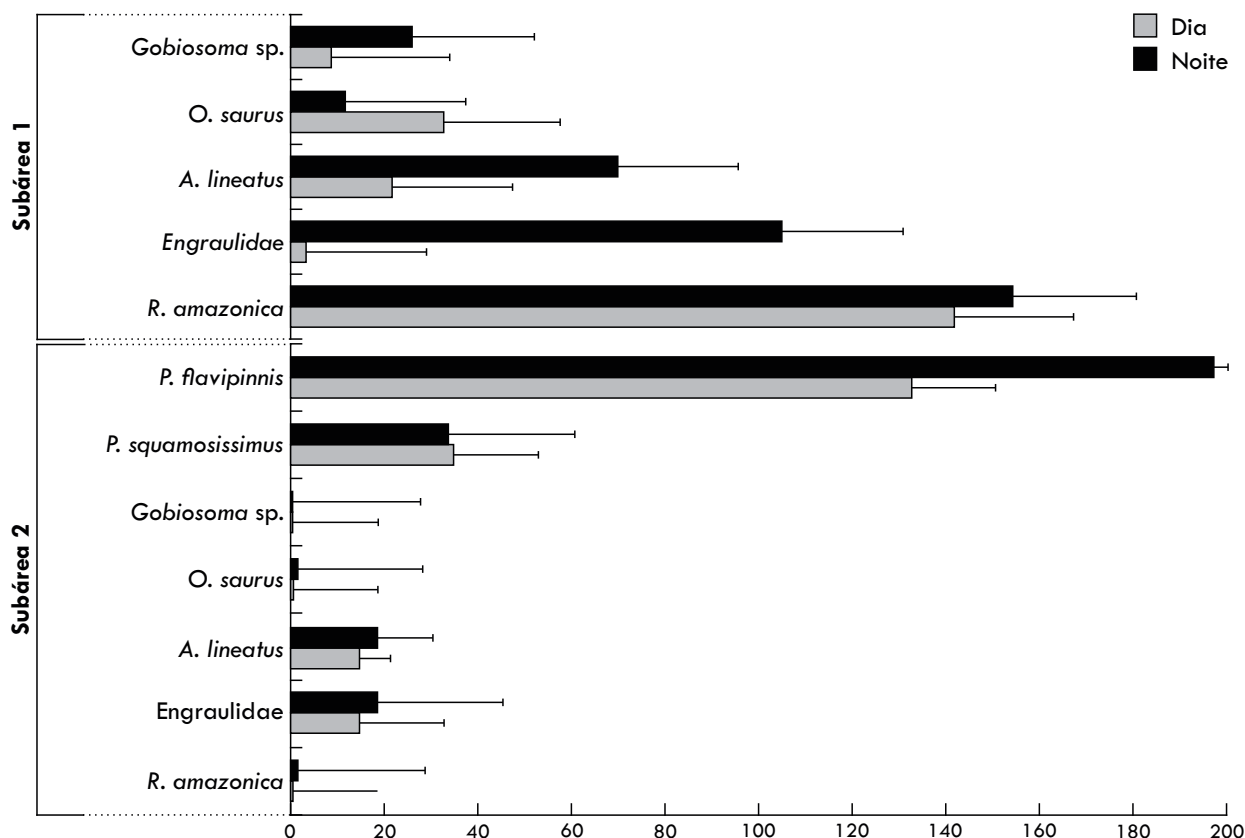


Figura 5. Densidade média (larvas/100m³) e erro padrão dos taxa dominantes capturados no período diurno e noturno, no complexo estuarino do Rio Amazonas, Pará, Brasil. / **Figure 5.** Average density (larvae / 100m³) and standard error of the dominant taxa caught in the daytime and at night, the estuarine complex of the Amazon River, Pará, Brazil.

A maior diversidade de taxa foi registrada nas marés de sizígia nas duas subáreas de estudo. Sendo a ocorrência de *H. unifasciatus* somente registrada na maré de quadratura e *A. brevirostris*, *A. lepidentostole*, *Elops* sp., *C. leiarchus* e *C. microlepdotus*, na maré de sizígia (subárea 1). Já para subárea 2, o taxa *B. filamentosum* foi registrado somente na maré de quadratura, enquanto que *R. amazonica*, *Engraulidae*, *O. saurus* e *Gobiosoma* sp. ocorreram somente na maré de sizígia.

4. Discussão

O ambiente estuarino da região Norte Brasileira apresenta complexos processos hidrodinâmicos resultantes das correntes costeiras, da ação dos ventos, da elevada precipitação pluviométrica e de uma enorme descarga de água doce e material particulado provenientes, principalmente, do Rio Amazonas (NITTROUER; DEMASTER, 1996), influenciando a dinâmica e a distribuição da biota da região, incorporando uma balanceada rede de inter-

relações bióticas e abióticas e constituindo um habitat favorável ao desenvolvimento de uma grande diversidade de organismos.

Estuários com maior estabilidade hídrica e elevadas salinidades são mais favoráveis à exploração por um maior número de espécies de peixes (THIEL et al., 2003; NICOLAS et al., 2010; BARROS et al., 2011). A Baía de Guajará (subárea 2), por exemplo, com elevada hidrodinâmica e baixa salinidade (< 1), apresentou menor riqueza de táxons, quando comparada com o estuário do Rio Paracauari (subárea 1) que apresentou valores mais elevados de salinidade, uma vez que possui conexão direta com as águas de origem oceânica. Já a estação situada na Baía do Guajará, em sentido inverso exibiu a maior influência das águas continentais (provenientes dos rios Pará, Guamá e dos inúmeros tributários do Rio Amazonas), responsável pelos menores valores de salinidade encontrados (igual zero), apresentando mesmo assim influência de maré.

A região estuarina amazônica apresenta uma hidrodinâmica considerável, com grandes variações espaciais e temporais em sua estrutura hidrográfica (GEYER et al., 1991) e é influenciada, em maior ou menor grau, pelas correntes de marés. Essa energia serve como mecanismo de mistura entre as águas doces provenientes dos rios e as águas salgadas oriundas do ambiente marinho (CORRÊA, 2005).

Os taxa encontrados neste estudo são representantes comuns de regiões estuarinas e costeiras da região norte (CAMARGO; ISAAC, 2001; CAMARGO; ISAAC, 2003; BITTENCOURT et al., 2007; ZACARDI et al., 2008; BARROS et al., 2011; SILVA et al. 2011a; SILVA et al., 2011b; ZACARDI et al., 2014). As maiores densidades de larvas registradas, no estuário do rio Paracauari, provavelmente se deve ao fato do aumento da salinidade em função da proximidade com o oceano, ou ainda, devido à utilização da região litorânea pela ictiofauna desovante. Entretanto, as maiores densidades de ovos foram observadas à noite, na Baía do Guajará, onde também foi observado as maiores temperaturas. Este fato também foi verificado em outros estuários ao redor do mundo (HARRIS et al., 1999; HAGAN; ABLE, 2003; BERASATEGUI et al., 2004). O regime de marés (enchente), também pode ter auxiliado no aumento do transporte de ovos para as áreas interiores proporcionando a ocupação de áreas favoráveis ao desenvolvimento dos embriões e à eclosão.

A maioria das espécies de peixes exibem certa periodicidade diária em seus ciclos reprodutivos (HOLT et al., 1985). Apesar de algumas espécies desovarem ao longo do dia e da noite, muitos peixes marinhos que possuem ovos planctônicos desovam somente ao entardecer ou durante a noite. O fato de 97,68% dos ovos registrados neste estudo serem provenientes dos arrastos noturnos sugere-se uma maior desova neste período. Entretanto, a determinação exata do momento de desova depende de uma análise dos estágios de desenvolvimento embrionário dos ovos.

Um total de 17 espécies foi registrada na área de estudo, com predominância das ordens Clupeiformes e Perciformes. Considerando outros levantamentos ictioplânctônicos estuarino no Pará, essa riqueza de espécies é similar àquela conhecida no estuário do rio Guajará-mirim, no município de Vigia de Nazaré [13 espécies, Silva et al. (2011a)] e em quatro estuários da microrregião do salgado (Vigia, São Caetano de Odivelas, Marapanim e Maracanã) [13 espécies, Silva et al. (2011b)], sendo superior ao número de espécies registradas no estuário da Baía de Guajará [8 espécies, Sarpedonti et al. (2013)] e Baía do Marajó [11 espécies, Mangas et al. (2013)]. As diferenças observadas nos diversos trabalhos de composição do ictioplâncton no estuário Amazônico é um reflexo da variabilidade nas propriedades físico-químicas da água, hidrodinâmica, pluviosidade, períodos de coleta, entre outros fatores. Adicionalmente, essa heterogeneidade pode também estar relacionada com artifícios dos métodos e do esforço amostral dissimilar.

Além disso, vale ressaltar que o sistema de coleta empregado (arrasto horizontal na subsuperfície da coluna d'água com rede cônica) tem sua eficiência de amostragem limitada, em função de não capturar organismos em todas as faixas de profundidade do ambiente, acarretando falhas ou incertezas nas amostragens de ictioplâncton. Desta forma, o arrasto direcionado para a parte mais superficial da coluna d'água pode ter impossibilitado a captura de outros táxons.

Os Clupeiformes representados pelas famílias Engraulidae, Clupeidae e Pristigasteridae apresentaram elevada abundância e dominaram o ictioplâncton na área estudada, com maior participação relativa de *P. flavipinnis* e *R. amazonica*. Constituem o grupo de ictioplâncton mais representativo e abundante em águas estuarinas da região. A predominância deste grupo também foi verificada por BARLETTA-BERGAN et al. (2002), CONTENTE et al. (2007), SARPEDONTI et al. (2008), SARPEDONTI et al. (2013), MANGAS et al. (2013) e ZACARDI et al. (2014), caracterizando desta forma, a região como parte importante deste ecossistema, principalmente no que tange ao ciclo inicial de desenvolvimento destes peixes.

De acordo com BAZZOLI et al. (1997), os Clupeiformes possuem representantes que desempenham papel fundamental na transferência de energia entre o ecossistema litorâneo e oceânico, servindo de alimento para diversas espécies piscívoras de interesse comercial. No entanto, CAMARGO; ISAAC (2003) comentam que eles também, são utilizados na região como fonte alimentar e de subsistência pela população ribeirinha local.

Espécies como *R. amazonica*, *O. saurus*, *A. lineatus*, *Gobiosoma* sp., *S. rastrifer*, *Hypsoblennius* sp. e representantes da família Engraulidae, foram frequentemente associados a região com maior influência salina (subárea 1). Estas espécies já foram citadas por inúmeros trabalhos na região costeira e estuarina paraense (BARLETTA et al., 2002a, b; CAMARGO; ISAAC, 2003; BARLETTA et al., 2005; CAMARGO; ISAAC, 2005). Destes, *S. rastrifer* e *Hypsoblennius* sp. não tiveram ocorrência registrada na subárea 2. Entretanto, as espécies dominantes na parte mais interna do estuário, Baía do Guajará (subárea 2), foram *P. flavipinnis* e *P. squamosissimus*, consideradas dulcícolas, com a ocorrência registrada somente nesta subárea.

Dessa maneira, os dados evidenciam um padrão espacial entre as espécies, essa ampla forma de utilização do ambiente pode ser resultado da grande dinâmica das massas de águas, vinculadas a fortes correntes, movimento de marés, aporte de águas dos inúmeros rios que drenam a região, período pluviométrico, ação dos ventos, entre outros (BARLETTA et al., 2002a, b; ZACARDI, 2015). Desta forma, estes fatores estariam contribuindo na dinâmica de dispersão dos táxons considerados muito frequentes e abundantes na área de estudo.

No entanto, o estuário do Amazonas parece seguir o modelo de distribuição da maioria dos sistemas estuarinos, com poucas espécies dominando o ambiente. Estes

resultados corroboram com Barros et al. (2011) que mencionam que a maior parte das espécies de peixes encontradas em estuários é visitante e utiliza esse ambiente apenas em determinados momentos, especialmente como área de reprodução, berçário e alimentação. Ressalta-se, porém, que estas variações de espécies, no que se refere aos horários de coleta e ciclos de maré, além das alterações anuais do ciclo reprodutivo das espécies, são variáveis extremamente importantes a serem consideradas em levantamentos do ictioplâncton de estuários.

Variações no regime meteorológico, nas características geomorfológicas regionais e os impactos antropogênicos nas áreas costeiras, segundo Brandini et al. (1997) estabelecem, em conjunto, o regime hidrográfico particular de cada região e, conseqüentemente, as características taxonômicas e a dinâmica temporal das comunidades planctônicas locais.

A comunidade ictioplanctônica apresentou maiores densidades no período noturno, confirmando o padrão de migração nictemeral das larvas, com exceção de *M. furnieri* que apresentou abundância significativamente maior nas amostras diurnas, sugerindo uma tendência destas larvas neste período do dia, ou ainda, uma estratégia interespecífica em relação a uma possível competição por espaço e alimento, aumentando as possibilidades de sobrevivência.

A presença do estágio larval vitelino, nas amostras, e da elevada abundância de larvas em pré-flexão confirmam o uso do complexo estuarino do Rio Amazonas como área propícia ao desenvolvimento das fases iniciais do ciclo de vida de inúmeras espécies de peixes de origem continental, estuarina e costeira.

5. Considerações Finais

O complexo estuarino do Rio Amazonas apresentou uma composição ictioplanctônica dominada pelas *taxa P. flavipinnis*, *R. amazonica*, Engraulidae, *P. squamosissimus*, *A. lineatus*, *O. saurus* e *Gobiosoma* sp. com maior participação relativa de larvas de Clupeiformes, indicando a região como importante ambiente para o ciclo inicial de desenvolvimento de várias espécies de peixes, incluindo representantes com elevado interesse econômico na região.

A densidade total de larvas e o número de *taxa* foram bastante diferentes entre os ciclos de marés, assim como entre as amostras do período diurno e noturno, com registro das maiores densidades durante as amostragens noturnas, sendo possível identificar a existência de um ciclo nictemeral para grande parte dos táxons identificados.

Foi possível observar o efeito da salinidade sobre a composição ictioplanctônica local, com a subárea 1 sendo representada por alguns organismos marinhos, que não foram registrados na subárea 2 (região mais interna do estuário). Outros fatores como os movimentos de marés, a ação dos ventos e precipitação pluviométrica são sugeridos como fatores que condicionam a dinâmica ictioplanctônica na área de estudo.

Dessa forma, amostragens realizadas apenas durante um período do dia ou maré podem subestimar os parâmetros

biológicos da comunidade ictioplanctônica do complexo estuarino do Rio Amazonas-PA.

6. Agradecimentos

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado ao primeiro autor. À PETROBRAS S.A., ao projeto PIATAM Mar II (Potenciais Impactos Ambientais no Transporte de Petróleo e Derivados na Zona Costeira Amazônica) e ao Professor Dr. Pedro Walfir Martins Souza Filho (responsável pelo projeto, no Pará) pelo suporte logístico.

7. Referências Bibliográficas

- AYRES, M.; AYRES Jr, M.; AYRES, D. L. & SANTOS, A. S. **Bio Estat 5.0**: Aplicações estatísticas nas áreas de ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá-CNPq. 364 p. 2007.
- BARLETTA, M.; AMARAL, C.S.; CORRÊA, M.F.M.; GUEBERT, F.; DANTAS, D.V.; LORENZI, L. & SAINT-PAUL, U. Factors affecting seasonal variations in demersal fish assemblages at an ecocline in a tropical-subtropical estuary. **Journal of Fish Biology**, v. 73, p. 1314-1336, 2008.
- BARLETTA, M.; BARLETTA-BERGAN, A. Endogenous activity rhythms of larval fish assemblages in a mangrove-fringed estuary in North Brazil. **The Open Fish Science Journal**, v. 2, p. 15-24, 2009.
- BARLETTA-BERGAN, A.; BARLETTA, M. & SAINT-PAUL, U. Structure and seasonal dynamics of larval fish in the Caeté river estuary in North Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 54, p. 193-206, 2002a.
- _____. Community structure and temporal variability of ichthyoplankton in North Brazilian mangrove creek. **Journal of Fish Biology**, v. 61, p. 33-51, 2002b.
- BARLETTA, M.; BARLETTA-BERGAN, A.; SAINT-PAUL, U. & HUBOLD, G. The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. **Journal of Fish Biology**, v. 66, p. 45-72, 2005.
- BARROS, D. F.; TORRES, M. F. & FRÉDOU, F. L. Ictiofauna do estuário de São Caetano de Odivelas e Vigia (Pará, Estuário Amazônico). **Biota Neotropica**, v. 11, n. 2, p.367-373, 2011.
- BAZZOLI, N.; SATO, H.; SANTOS, J. E.; CRUZ, A. M. G.; CANGUSSU, A. C. V.; PIMENTA, R. S. & RIBEIRO, V. M. A. Biologia reprodutiva de quatro espécies forrageiras da represa de Três Marias, MG. **Cadernos do Departamento de Ciências Biológicas da PUC Minas**, v. 5, n. 5, p. 17-18, 1997.
- BERASATEGUI, A. D.; ACHA, E. M. & ARAOZ, N. C. F. Spatial patterns of ichthyoplankton assemblages in the Río de La Plata Estuary (Argentina-Uruguay). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 60, p. 599-610, 2004.
- BITTENCOURT, S. C. S.; ZACARDI, D. M.; SOUZA, S. P.; NAKAYAMA, L. & BELUCIO, L. F. Composição e distribuição de larvas de peixes na zona neustônica da costa do Amapá (REVIZEE/SCORE NORTE - OP. NORTE II E III). **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, v. 7, n. 1, p. 41-54, 2007.
- BLABER, S. J. M. **Tropical Estuarine Fishes: Ecology, Exploitation and Conservation**. Blackwell Science, Oxford. 372p. 2000.
- BLABER, S. J. M. Fish in hot water: the challenges facing fish and fisheries research in tropical estuaries. **Journal of Fish Biology**, v. 61, p. 1-20, 2002.
- BRANDINI, F. P.; LOPES, M. R.; GUTSEIT, S. K.; SPACH, L. H. & SASSI, R. **Planctologia na Plataforma Continental do Brasil**: diagnose e revisão bibliográfica. Rio de Janeiro, Fundação de Estudos do Mar (FEEMAR). 196p. 1997.
- CAMARGO, M. & ISAAC, V. Os peixes estuarinos da região norte do Brasil: lista de espécies e considerações sobre sua distribuição geográfica. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 17, n. 2, p. 133-157, 2001.
- _____. Ictiofauna estuarina. In: FERNANDES, M. E. B. (Org.). **Os manguezais da costa norte brasileira**. São Luís: Fundação Rio Bacanga. p. 105-142, 2003.

- CONTENTE, C. T.; PALHETA, G. D. A.; MELO, N. F. A. C.; RAMOS, C. A. R. & PAIVA, S. P. Variação nictemeral do ictioplâncton no estuário do rio Curuçá (Pará-Brasil), durante os períodos chuvoso e seco. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, v. 7, n. 1, p. 27-40, 2007.
- CORRÊA, I. C. S. Aplicação do diagrama de Pejrup na interpretação da sedimentação e da dinâmica do estuário da Baía de Marajó - PA. **Pesquisas em Geociências**, v. 32, n. 2, p. 109-118, 2005.
- COSER, L. M.; PEREIRA, B. B. & JOYEUX, J.-C. Descrição da comunidade ictioplânctônica e sua distribuição espacial no estuário dos rios Piraquê Açu e Piraquê Mirim. **Interiência**, v. 32, n. 4, p. 233-241, 2007.
- COSTA, A. J. G.; COSTA, K. G.; PEREIRA, L. C. C.; SAMPAIO, M. I. & COSTA, R. M. Dynamics of hydrological variables and the fish larva community in an Amazonian estuary of northern Brazil. **Journal Coastal Research**, v. 64, p. 1960-1964, 2011. DAY JR., J. W.; KEMP, M. W.; YAÑEZ-ARANCIBIA, A.; CRUMP, B. C. **Estuarine Ecology**. 568p. 2012.
- DIEGUES, A. C. S. **Inventário de áreas úmidas do Brasil**. São Paulo: NUPAUB/USP. 78p. 1992
- GEYER, W. R.; BEARDSLEY, R. C.; CANDELA, J.; CASTRO, B. M.; LEGECKIS, R. V.; LENTZ, S. J.; LIMBURNER, R.; MIRANDA, L. B. & TROWBRIDGE, J. H. The physical oceanography of the Amazon outflow. **Oceanography**, v. 4, p. 8-15, 1991.
- HAGAN, S. M. & ABLE, K. W. Seasonal changes of the pelagic fish assemblage in a temperate estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 56, p. 15-29, 2003.
- HARRIS, S. A.; CYRUS, D. P. & BECKLEY, L. E. The larval fish assemblage in nearshore coastal waters of the Sta. Lucia estuary, South Africa. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 49, p. 789-811, 1999.
- HOLT, G. J.; HOLT, S. A. & ARNOLD, C. R. Diel periodicity of spawning in sciaenids. **Marine Ecology Progress Series**, v. 27, p. 1-7, 1985.
- KUPSCHUS, S. & TREMAIN, D. Associations between fish assemblages and environmental factors in nearshore habitats of a subtropical estuary. **Journal of Fish Biology**, v. 58, p. 1383-1403, 2001.
- LACERDA, C. H. F.; BARLETTA, M. & DANTAS, D. V. Temporal patterns in the intertidal faunal community at the mouth of a tropical estuary. **Journal of Fish Biology**, v. 85, p. 1571-1602, 2014.
- LACERDA, S. R.; KOENING, M. L.; NEUMANN-LEITÃO, S. & FLORES-MONTES, M. J. Phytoplankton nyctemeral variation at a tropical river estuary (Itamaracá - Pernambuco - Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 1, p. 81-94, 2004.
- LIMA, A. R. A.; COSTA, M. F. & BARLETTA, M. Distribution patterns of microplastics within the plankton of a tropical estuary. **Environmental Research (New York, N.Y. Print)**, v. 132, p. 146-155, 2014.
- MANN, K. H. & LAZIER, J. R. N. **Dynamics of marine ecosystems: biological-physical interactions in the oceans**. Blackwell Science, 1996.
- MANGAS, A. P.; SILVA, A. C.; FERREIRA, S. C. G.; PALHETA, G. D. A. & MELO, N. F. A. C. Ictioplâncton da Baía do Guajará e do estuário do rio Pará, ilha do Marajó, Pará, Brasil. **Boletim Técnico-Científico do Cepenr**, v. 13, n. 1, p. 43-54, 2013.
- MORAES, B. C.; COSTA, J. M. N.; COSTA, A. C. L. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazonica**, v. 35, p. 207-214, 2005.
- MOSER, H. G.; RICHARDS, W. J.; COHEN, D. M.; FAHAY, M. P.; KENDALL JR. A. W. & RICHARDSON, S. L. Ontogeny and systematics of fishes. **American Society of Ichthyologists and Herpetologists**, v. 1, p. 1-760, 1984.
- NICOLAS, D.; LOBRY, J.; LEPAPE, O. & BOËT, P. Functional diversity in European estuaries: Relating the composition of fish assemblages to the abiotic environment. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 88, p. 329-338, 2010.
- NITTROUER, C. A. & DEMASTER, D. J. The Amazon shelf setting tropical, energetic, and influenced by a large river, **Continental Shelf Research**, v. 16, p. 553-574, 1996.
- SARPEDONTI, V.; ANUNCIACÃO, E. M. S. & BORDALOS, A. O. Spatio-temporal distribution of fish larvae in relation to ontogeny and water quality in the oligohaline zone of a North Brazilian estuary. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 3, p. 55-63, 2013.
- SARPEDONTI, V.; ANUNCIACÃO, E. M. S. & NAHUM, V. J. I. Ichthyoplankton variation in two mangrove creeks of the Curuçá estuary, Pará, Brazil. **Ectrópicos**, v. 21, n. 1, p. 1-12, 2008.
- SCHULTZ, E. T.; ROBERT, C. K.; LWIZA, K. M. M. & GOSPODAREK, A. M. Explaining advection: do larval bay anchovy (*Anchoa mitchilli*) show selective tidal-stream transport? **Journal of Marine Science**, v. 57, p. 360-371, 2000.
- SILVA, A. C.; MANGAS, A. P.; PALHETA, G. D. A. & MELO, N. F. A. C. Caracterização do Ictioplâncton de Quatro Estuários da Microrregião do Salgado do Estado do Pará-Brasil. **Boletim Técnico-Científico do Cepenr**, v. 11, n. 1, p. 33-44, 2011a.
- _____ et al. Variação Intermareal na Composição do Ictioplâncton no Estuário do Rio Guajará-mirim (Vigia de Nazaré-Pará) em período de alta pluviosidade. **Boletim Técnico-Científico do Cepenr**, v. 11, n. 1, p. 21-32, 2011b.
- SUZUKI, K. W.; KANEMATSU, Y.; NAKAYAMA, K. & TANARA, M. Microdistribution and feeding dynamics of *Coilia nasus* (Engraulidae) larvae and juveniles in relation to the estuarine turbidity maximum of the macrotidal Chikugo River estuary, Ariake Sea, Japan. **Fisheries Oceanography**, v. 23, n. 2, p. 157-171, 2014.
- THIEL, R.; CABRAL, H. & COSTA, M. J. Composition, temporal changes and ecological guild classification of the ichthyofaunas of large European estuaries-a comparison between the Tagus (Portugal) and the Elbe (Germany). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 19, p. 330-342, 2003.
- WATANABE, K.; KASAI, A.; ANTONIO, E. S.; SUZUKI, K.; UENO, M. & YAMASHITA, Y. Influence of salt-wedge intrusion on ecological processes at lower trophic levels in the Yura Estuary, Japan. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 139, p. 67-77, 2014.
- ZACARDI, D. M.; BITTENCOURT, S. C. S.; RAWIETSCH, A. K. & NAKAYAMA, L. Ictioplâncton marinho da plataforma continental e águas adjacentes à foz do Rio Amazonas (OPERAÇÃO NORTE III – REVIZEE SCORE NORTE). **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, v. 8, n. 1, p. 26-40, 2008.
- ZACARDI, D. M.; SOBRINHO, A. F. & SILVA, L. M. A. Composição e distribuição de larvas de peixes de um afluente urbano na foz do Rio Amazonas, Brasil. **Actapesca**, v. 2, n. 2, p. 1-16, 2014.
- ZACARDI, D. M. Variação e abundância do ictioplâncton em canais de maré no Extremo Norte do Brasil. **Biota Amazônia**, v. 5, n. 1, p. 43-52, 2015.